

Title	耐荷力を考慮した舗装マネジメントの高度化に関する研究(Abstract_要旨)
Author(s)	大井, 明
Citation	Kyoto University (京都大学)
Issue Date	2018-01-23
URL	https://doi.org/10.14989/doctor.r13144
Right	
Type	Thesis or Dissertation
Textversion	ETD

京都大学	博士 (工 学)	氏名	大 井 明
論文題目	耐荷力を考慮した舗装マネジメントの高度化に関する研究		
<p>(論文内容の要旨)</p> <p>本論文は舗装の耐荷力の長期的劣化過程をモデル化するとともに、舗装路面のみならず舗装耐荷力を同時に考慮した舗装マネジメントシステムの開発を試みたものである。併せて、中・長期的な維持修繕計画の立案に向けて実践的な方法論を提案したものであり、以下の6つの章で構成されている。</p> <p>第1章は序論であり、舗装耐荷力マネジメントの効率化のために開発されてきた要素技術や支援ソフトウェアの現況を包括的に整理するとともに、それを支援するための舗装マネジメントシステムが具備すべき要件を体系的に整理している。その上で、我が国の高速道路における舗装マネジメントが有している問題点や課題について考察し、舗装の維持補修マネジメントの効率化を目的とした劣化予測技術やライフサイクル費用評価等のマネジメント技術の開発のための条件整理を行っている。さらに、本論文が対象とする研究範囲と研究目的を明確化した上で、第2章以降の論文構成について説明している。</p> <p>第2章では、高速道路総合研究所が構築したデータベースに基づいて、道路管理会社が管理する高速道路の舗装耐荷力パフォーマンスカーブを推計する方法論を提案している。具体的には、時系列的に同一測定点で複数回実施されたFWD調査の結果を、説明変数の交互作用を考慮しつつ、損傷度推移確率を表現するマルコフ劣化ハザードモデルの推定を試みている。さらに、個別区間の劣化速度の異質性を評価する方法を開発するとともに、道路管理会社が管理する高速道路区間や舗装特性による耐荷力の低下過程の特性を体系的にグループ化することにより、現実の舗装マネジメントのための実践的な知見をとりまとめている。</p> <p>第3章では、路面性状調査では観測できない舗装耐荷力に関して、舗装耐荷力の低下が路面の劣化速度に影響を及ぼすという階層的関係が存在することを指摘している。そのうえで、舗装全体の複合的劣化過程を階層的隠れマルコフ劣化モデルを用いて表現している。その際、舗装耐荷力が低下すれば舗装の表面劣化が加速する事実に着目し、舗装表面の点検結果から耐荷力の低下を診断するための複合的隠れマルコフ劣化モデルを提案している。さらに、2時点の点検データを用いて、複合的隠れマルコフ劣化モデルを推計する方法を、ベイズ推計法の立場からマルコフ連鎖モンテカルロ法を用いて提案している。さらに、現実のデータベースに基づいて、提案した複合的な劣化モデルを推計するとともに、舗装の表面劣化速度から舗装打ち替えが必要となる箇所を絞りこむことに成功している。</p> <p>第4章では、道路管理者が設定する舗装サービス水準に関する所与のリスク管理水</p>			

京都大学	博士（工学）	氏名	大井 明
<p>準の下で、補修費用、および調査費用で構成されるライフサイクル費用の最小化を達成するような調査間隔や舗装の補修戦略を求める方法論を提案している．具体的には、舗装の劣化過程を表すパフォーマンスカーブを作成するとともに、所与のリスク管理水準の下でライフサイクル費用を最小化するマルコフ決定過程を定式化している．さらに、定期的な調査・補修政策と場所を限定した追加調査・補修政策を同時に決定する拡張モデルを提案している．そのうえで、不確実な劣化過程を有する道路舗装の劣化状態を確定的に把握できる路面性状調査に着目し、路面性状調査の経済便益をリアルオプション価値として評価するとともに、最適調査間隔と補修政策を同時に決定する最適調査間隔と補修政策を同時に決定する方法論を提案している．さらに、現実の高速道路を対象とした適用事例を通じて、本章で提案した方法論の有効性を実証的に分析している．</p> <p>第5章では、道路管理者が設定する舗装サービス水準に関する所与のリスク管理水準の下で、路面性状調査やFWD調査等に関わる調査費用やモニタリング費用、また、それに伴い実施する補修費用などの最小化を達成できるような調査期間や舗装の補修更新政策を同時に決定するための総合的な方法論を提案している．舗装の劣化過程に関する情報を獲得するためには、調査頻度を減少させることが望ましい．一方、調査頻度が減少すれば、劣化過程に関する不確実性が増加する．以上の問題意識の下で、以上のトレードオフを明示的に考慮したようなマルコフ決定モデルを定式化するとともに、リスクと費用の関係をリスクー費用曲線として明示的に記述する方法をシステム化している．そのうえで、道路管理者が設定する舗装サービス水準に関する所与のリスク管理水準の下で、補修費用、調査費用、モニタリング費用で構成される期待ライフサイクル費用の最小化を達成するような調査間隔や舗装の補修更新政策を求める総合的な方法論を提案し、実際の高速道路の舗装マネジメントを対象として実証分析を試みている．</p> <p>第6章は、結論であり、本論文で得られた成果について要約している．</p>			

(論文審査結果の要旨)

本研究は、高速道路の耐荷力調査の結果に基づいて、舗装構造物の耐久性評価を行うための劣化予測モデルを提案するとともに、ライフサイクル費用の最小化をめざした舗装構造物の補修政策を求めるための方法論を示したものであり、以下のような知見を得ている。

第1に、多時点にわたる舗装の耐荷力検査の結果に基づいて、舗装構造物の耐荷力の低下過程を表現するマルコフ劣化ハザードモデルを定式化するとともに、実データを用いて劣化予測モデルを実際に推計している。推計結果に基づいて、舗装の耐荷力の早期劣化に影響を及ぼす要因を明らかにしている。

第2に、舗装構造物の劣化過程は、舗装表面の劣化と耐荷力の低下が互いに影響を及ぼす複雑なメカニズムを有している。このような観点から、両者の相互関係を明示的に考慮した複合的な劣化予測過程を、階層的隠れマルコフ劣化ハザードモデルを用いて表現するとともに、実データを用いて提案したモデルを推計している。そのうえで、路面性状調査の結果から、間接的に耐荷力の低下を評価する方法論を提案している。

第3に、舗装構造物の劣化予測を用いて、維持補修に関わるライフサイクル費用を評価する方法論を提案している。そのうえで、ライフサイクル費用の最小化を達成できるような最適補修戦略、最適点検政策を求めるためのマルコフ決定モデルを定式化している。さらに、実データを用いた実証分析を行い、包括的な舗装マネジメントシステムの提案に成功している。

第4に、道路管理者が設定する舗装サービス水準に関する所与のリスク管理水準の下で路面性状調査やFWD調査等に関わる調査費用やモニタリング費用、また、それに伴い実施する補修費用などの最小化を達成できるような調査期間や舗装の補修更新政策を同時に決定するための総合的な方法論を提案し、実際の高速道路の舗装マネジメントを対象として実証分析を試みている。

以上、要するに、本論文は、不確実性下にある複合的な劣化過程を表現する統計的劣化予測モデルを提案するとともに、ライフサイクル費用の最小化を図るためのマルコフ計画モデルの開発を通じて舗装マネジメントの高度化をめざしたものであり、学術上、實際上寄与するとことがとく少なくない。よって、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成29年12月18日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。